

## METHOD AND DEVICE FOR THE PRODUCTION OF A WORKPIECE WITH INTERNAL TOOTHING, IN PARTICULAR A HOLLOW WHEEL

**Publication number:** DE10054399

**Publication date:** 2002-06-27

**Inventor:** SCHWAGER ARIBERT (DE); BLEYL FRITZ (DE); KAMMERER MANFRED (DE); SIEGERT KLAUS (DE)

**Applicant:** FORSCHUNGSGESELLSCHAFT UMFORMT (DE)

**Classification:**

- **international:** B21J5/12; B21J13/02; B21K1/30; B21J5/06;  
B21J13/02; B21K1/28; (IPC1-7): B21D22/16;  
B21D53/28

- **european:** B21J5/12; B21K1/30

**Application number:** DE20001054399 20001102

**Priority number(s):** DE20001054399 20001102

**Also published as:**

WO0236287 (A1)

US2004016281 (A1)

EP1330320 (A0)

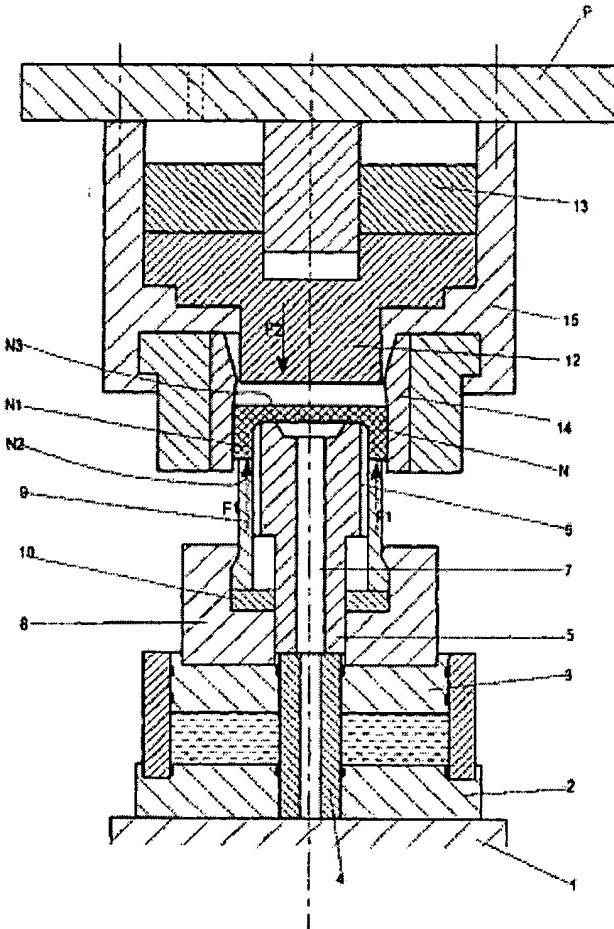
EP1330320 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10054399

Abstract of corresponding document: **WO0236287**

The invention relates to a method and device for the production of a workpiece with internal toothing, in particular a hollow wheel, by using a cup-shaped preform (N), with an essentially cylindrical side wall (N1) and a drift (5), with an outer profile corresponding to the internal toothing to be produced and a moulding tool which reduces the outer diameter of the cylindrical sidewall during a feed motion, whereby material from the cylinder wall region flows into the outer profile (6) of the drift (5). According to the invention, the moulding tool is in the form of a drawing die (14) which guarantees a stretch forming of the cylinder wall region (N1) and that two tool elements, producing an axial pressure in the cylinder wall region (N1) of the preform, engage with the preform during the stretch forming. A reduction in the outer diameter by stretch forming using a drawing die occurs in the method, whereby additional axial pressure is brought to bear on the cylindrical sidewall of the preform during the stretch forming.





⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 54 399 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
**B 21 D 22/16**  
B 21 D 53/28

DE 100 54 399 A 1

⑯ Aktenzeichen: 100 54 399.5  
⑯ Anmeldetag: 2. 11. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 27. 6. 2002

⑯ Anmelder:

Forschungsgesellschaft Umformtechnik mbH,  
70174 Stuttgart, DE

⑯ Vertreter:

Rumrich, G., Dipl.-Ing. Pat.-Ing., Pat.-Anw., 09116  
Chemnitz

⑯ Erfinder:

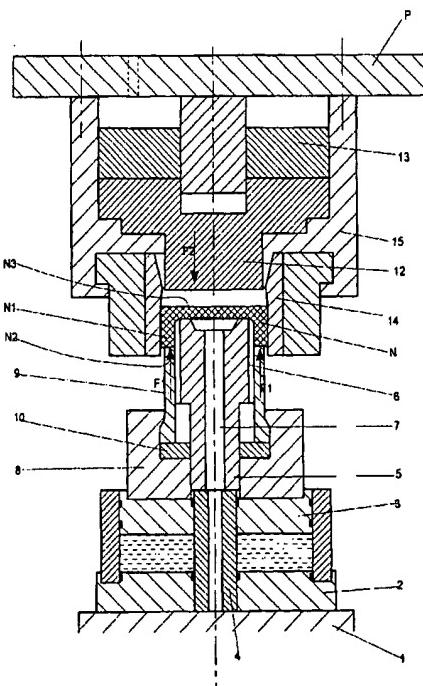
Schwager, Aribert, Prof. Dr.-Ing. habil., 71679  
Asperg, DE; Bleyl, Fritz, Dipl.-Ing., 08352  
Markersbach, DE; Kammerer, Manfred, 71679  
Asperg, DE; Siegert, Klaus, Prof. Dr.-Ing., 71063  
Sindelfingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, unter Verwendung einer napfförmigen Vorform mit einer im Wesentlichen zylindrischen Seitenwandung und eines Dornes mit einem Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung, sowie mit einem Umformwerkzeug, welches während einer Vorschubbewegung den Außen-durchmesser der zylindrischen Seitenwandung reduziert, wodurch Werkstoff des Zylinderwandbereiches der in das Außenprofil des Dornes fließt. Erfindungsgemäß ist das Umformwerkzeug als ein, bei einer Vorschubbewegung ein Abstreckziehen des Zylinderwandbereiches gewährleistender, Ziehring ausgebildet, wobei an der Vorform während des Abstreckziehens zwei, im Wandbereich der Vorform axiale Druckspannungen erzeugende, Werkzeugelemente angreifen. Verfahrensgemäß erfolgt das Reduzieren des Außen-durchmessers durch Abstreckziehen mittels eines Ziehringes, wobei während des Abstreckziehens zusätzliche axiale Druckspannungen auf die zylindrische Seitenwandung der Vorform aufgebracht werden.



DE 100 54 399 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs. Derartige Innenverzahnungen werden beispielsweise durch Drückwalzen erzeugt. Eine napfförmige Vorform wird dabei gem. DE 198 30 817 A1 mittels Kegelrollen während einer Vorschubbewegung gegen ein Werkzeugfutter gedrückt, welches das Außenprofil der zu erzeugenden Innenverzahnung aufweist, und im Durchmesser reduziert, wobei die Vorform relativ zu den Kegelrollen rotiert. Der Werkstoff des Zylinderwandbereiches der Vorform fließt dabei in das Profil des Werkzeugfutters, wodurch das Innenprofil des Werkstückes erzeugt wird. Nachteilig ist die den Werkstückwerkstoff beanspruchende hohe Walkarbeit beim Drückwalzen und die damit ungenügende Qualität der erzeugten Innenverzahnung. Mit der Walkarbeit ist ebenfalls ein hoher lokaler Energieeintrag verbunden, welcher zu Energieverlusten führt. Durch die hohe Beanspruchung des Werkzeugfutters kommt es häufig zu einem Ausbrechen der darin abgebildeten Außenverzahnung.

[0002] Weiterhin ist die Produktivität dieses Verfahrens bei einem hohen Vorrichtungsaufwand relativ gering, denn es können nur 3 bis 4 Teile pro Minute gefertigt werden.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur energiesparenden Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, zu schaffen, die bei einer relativ einfachen konstruktiven Ausführung der Vorrichtung eine wesentliche Steigerung Produktivität bei hoher Qualität der Innenverzahnung gewährleisten.

[0004] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des 1. und 13. Patentanspruchs gelöst. Die Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades für Getriebe, weist einen Dorn mit einem Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung auf, sowie ein Umformwerkzeug, welches während einer Vorschubbewegung den Außendurchmesser einer napfförmigen Vorform reduziert, wodurch Werkstoff des Zylinderwandbereiches in das Außenprofil des Dorns fließt. Erfindungsgemäß findet als Umformwerkzeug ein Ziehring Anwendung, der bei einer Vorschubbewegung ein Abstreckziehen des Zylinderwandbereiches gewährleistet. In Richtung zur Unterseite des Bodens der Vorform ist ein axial beweglicher Gegenhalter derart angeordnet, daß er während des Abstreckziehens auf die Unterseite des Bodens der Vorform mit einer Gegenhalterkraft wirkt. Der Gegenhalter kann dabei eine in Richtung zur Unterseite des Bodens weisende kreisförmige Druckfläche aufweisen, die im wesentlichen auf den gesamten Bodenbereich wirkt, oder eine ringförmige Druckfläche, die der Breite der Zylinderwandung der Vorform angepaßt und im wesentlichen fluchtend zu dieser ausgerichtet ist und auf den Randbereich der Unterseite des Bodens der Vorform wirkt.

[0005] In Richtung zur Stirnfläche der zylindrischen Seitenwandung der Vorform ist ein axial beweglicher Druckstempel derart angeordnet, daß er während des Abstreckziehens auf die Stirnfläche mit einer Druckkraft wirkt. Der Druckstempel ist dabei während des Abstreckziehens um eine, der Abstrecklänge der Vorform entsprechende, Bewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehrings axial bewegbar. Vorteilhafter Weise ist die während des Abstreckziehens erfolgende axiale Hubbewegung des Druckstempels in Abhängigkeit von dessen Druckkraft regelbar. Dazu wird der Druckstempel über einen Hydraulikkolben axial beweglich gelagert.

[0006] Die Vorrichtung kann vorteilhafter Weise in eine hydraulische Presse, bestehend aus einem Pressentisch und einem Pressenstöbel integriert sein. Dabei ist am Pressentisch der Dorn axial feststehend angeordnet und auf dem

5 Dorn, axial über einen Hydraulikkolben verschiebbar, der Druckstempel gelagert. Am Pressenstöbel sind der Ziehring vorzugsweise gestellfest und der Gegenhalter vorzugsweise über einen Hydraulikkolben axial beweglich angeordnet. Der Druckstempel ist bevorzugt als eine zylindrische

10 Drückhülse ausgebildet. Der, der Länge der Vorform angepaßte, Abstand der Druckfläche des Druckstempels zur der Stirnfläche des Dorns ist z. B. über Distanzringe einstellbar.

[0007] Zum Auswerfen des Werkstückes wird der Dorn bei Herstellung einer Schrägverzahnung drehbar gelagert.

[0008] Verfahrensgemäß erfolgt die Herstellung des Werkstückes mit Innenverzahnung, dadurch, daß eine napfförmige Vorform, mit einem Boden und einer im wesentlichen zylindrischen Seitenwandung, über einem Dorn, welcher das Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung aufweist, in ihrem Außendurchmesser reduziert wird, so daß Werkstoff des Zylinderwandbereiches in das Außenprofil des Dorns fließt, wobei erfindungsgemäß das Reduzieren des Außendurchmessers durch Abstreckziehen mittels eines Ziehringes erfolgt. Während des Abstreck-

25 ziehens werden axiale Druckspannungen auf die zylindrische Seitenwandung der Vorform aufgebracht, so daß der Werkstofffluß in das Profil des Dorns begünstigt wird. Die axialen Druckspannungen werden bevorzugt durch einen, auf die Stirnseite der Zylinderwandung wirkenden, Druck-

30 stempel aufgebracht. An der Unterseite des Bodens wirkt dabei gleichzeitig ein Gegenhalter, um Deformationen im Bodenbereich zu vermeiden und eine Gegenhalterkraft aufzubringen. Die Gegenhalterkraft des Gegenhalters und die Kraft des Druckstempels sollten derart zueinander regelbar sein, daß während des gesamten Abstreckvorganges ein Werkstofffluß in radialer Richtung zum vollständigen Ausfüllen der Kontur des Dorns gewährleistet ist.

[0009] Der Druckstempel vollführt während des Abstreckziehens eine der Abstrecklänge der Vorform entsprechende axiale Hubbewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehrings, die in Abhängigkeit von dessen Druckkraft geregelt wird.

[0010] Mit der Erfindung wird es erstmalig möglich, auf einer herkömmlichen Presse innenverzahnte Werkstücke in hoher Qualität energiesparend zu erzeugen. Die Produktivität kann dabei im Vergleich zum Drückwalzen um das 4 bis 6-fache erhöht werden.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert.

[0012] Es zeigen:

[0013] Fig. 1: Vorrichtung mit eingelegter Vorform vor dem Abstreckziehen,

[0014] Fig. 2: Vorrichtung während des Abstreckziehens.

[0015] In Fig. 1 und 2 ist der prinzipielle Aufbau der in einer Presse integrierten Vorrichtung dargestellt. Auf dem Pressentisch 1 ist das Werkzeugunterteil 2 angeordnet, welches einen ersten Hydraulikkolben 3 aufweist. Am Werkzeugunterteil 2 ist axial feststehend über einen Stempel 4 der Dorn 5 befestigt, welcher ein Außenprofil 6 aufweist. Mittig im Stempel 4 und im Dorn 5 verläuft ein Auswerfer 7. Am Hydraulikkolben 3 ist über einen Adapter 8 der als Drückhülse ausgebildete Druckstempel 9 axial beweglich gelagert. Die axiale Lage des Druckstempels 9 kann über Distanzen 10 verändert werden, die zwischen Adapter 8 und Druckstempel 9 anbringbar sind. Das Werkzeugoberteil 11 ist am Pressenstöbel P angeordnet und weist einen Gegenhalter 12 auf, der über einen zweiten Hydraulikkolben

13 axial verstellbar ist. Am Pressenstöbel ist weiterhin der Ziehring 14 über einen Adapter 15 gestellfest befestigt.

[0016] Gem. Fig. 1 wurde die napfförmige Vorform N mit dem zylindrischen Rand N1 nach unten über den Dorn 5 eingelegt, so daß die Stirnfläche N2 in Richtung zum Druckstempel 9 und die Unterseite des Bodens N3 in Richtung zum Gegenhalter 12 weist. Verfahrensgemäß fährt der Hydraulikkolben 13 den Gegenhalter 12 in Richtung Werkzeugunterteil, bis der Gegenhalter 12 an der Unterseite des Bodens N3 anliegt.

[0017] Der am Pressenstöbel P gestellfest angeordnete Ziehring 14 bewegt sich im Vorhub mit dem Pressenstöbel P in Richtung zum Pressentisch 1, gleichzeitig wird der erste Hydraulikkolben 3 mit Druck beaufschlagt und preßt den Druckstempel 9 mit der Kraft F1 gegen die Stirnfläche N2 der Vorform N (Fig. 2). Gleichzeitig übt der Gegenhalter 12 eine Gegenhalterkraft F2 auf den Boden des Napfes aus. Während des Abstreckziehens vollführt der Druckstempel 9 entsprechend der Abstreckung der Vorform N eine Bewegung in Richtung des Vorhubes des Ziehrings 14, wobei der auf die Wandung N2 wirkende Druck durch die Kräfte F1 und F2 aufrechterhalten wird. Durch die dabei in der Werkstückwandung N2 erzeugten Druckspannungen wird der Werkstofffluß begünstigt, so dass Material zuverlässig in das Profil 6 des Dorns 5 fließt. Dadurch wird eine hervorragende Qualität der Innenverzahnung gewährleistet. Nach der Beendigung des Abstreckziehens fährt das Werkzeugoberteil 11 nach oben und das Werkstück wird über den Auswerfer 7 vom Dorn 5 gelöst, wobei dieser bei einer Schrägverzahnung drehbar gelagert ist.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung eines Werkstückes mit

Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, unter Verwendung einer napfförmigen Vorform mit einer im Wesentlichen zylindrischen Seitenwandung und eines Dornes mit einem Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung, sowie mit einem Umformwerkzeug, welches während einer Vorschubbewegung den Außendurchmesser der zylindrischen Seitenwandung reduziert, wodurch Werkstoff des Zylinderwandbereiches der in das Außenprofil des Dornes fließt, dadurch gekennzeichnet, dass das Umformwerkzeug als ein, bei einer Vorschubbewegung ein Abstreckziehen des Zylinderwandbereiches gewährleistender, Ziehring ausgebildet ist und daß an der Vorform während des Abstreckziehens zwei, im Wandbereich der Vorform axiale Druckspannungen erzeugende, Werkzeugelemente angreifen

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung zur Unterseite des Bodens der Vorform ein erstes Werkzeugelement in Form eines axial beweglichen Gegenhalters derartig angeordnet ist, daß er während des Abstreckziehens mit dem Ziehring auf die Unterseite des Bodens der Vorform mit einer Gegenhalterkraft F2 wirkt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenhalter eine in Richtung zur Unterseite des Bodens weisende kreisförmige Druckfläche aufweist und im wesentlichen auf den gesamten Bodenbereich wirkt.

4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenhalter eine in Richtung zur Unterseite des Bodens weisende ringförmige Druckfläche aufweist, die der Breite der Zylinderwandung der Vorform angepaßt und im wesentlichen fluchtend zu dieser ausgerichtet ist und

auf den Randbereich der Unterseite des Bodens der Vorform wirkt.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung zur Stirnfläche der zylindrischen Seitenwandung der Vorform das zweite Werkzeugelement in Form eines axial beweglichen Druckstempels derartig angeordnet ist, daß es während des Abstreckziehens auf die Stirnfläche mit einer Kraft F1 wirkt.

6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstempel während des Abstreckziehens um eine, der Abstrecklänge der Vorform entsprechende, axiale Bewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehrings axial bewegbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die während des Abstreckziehens erfolgende axiale Bewegung des Druckstempels in Abhängigkeit von dessen Gegenhalterkraft regelbar ist.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstempel über einen Hydraulikkolben axial beweglich gelagert ist.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie in eine Presse, bestehend aus einem Pressentisch und einem Pressenstöbel derartig integriert ist, dass am Pressentisch der Dorn axial feststehend angeordnet und auf dem Dorn, axial über einen Hydraulikkolben verschiebbar, der Druckstempel gelagert ist, und am Pressenstöbel der Gegenhalter druckbeaufschlagbar axial beweglich und der Ziehring gestellfest angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstempel als eine zylindrische Druckhülse ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der, der Länge der Vorform angepaßte, Abstand der Druckfläche des Druckstempels von der Stirnfläche des Dorns über Distanzringe einstellbar ist.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Dorn zum Auswerfen des Werkstückes drehbar gelagert ist. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswerfer drehbar gelagert ist.

13. Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes mit Innenverzahnung, insbesondere eines Hohlrades, wo bei eine napfförmige Vorform, mit einem Boden und einer im Wesentlichen zylindrischen Seitenwandung, über einem Dorn, welcher das Außenprofil entsprechend der zu erzeugenden Innenverzahnung aufweist, in ihrem Außendurchmesser reduziert wird, so daß Werkstoff des Zylinderwandbereiches in das Außenprofil des Dornes fließt, dadurch gekennzeichnet, dass das Reduzieren des Außendurchmessers durch Abstreckziehen mittels eines Ziehringes erfolgt und dass während des Abstreckziehens zusätzliche axiale Druckspannungen auf die zylindrische Seitenwandung der Vorform aufgebracht werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die axialen Druckspannungen durch zwei beidseitig auf den Bereich der zylindrischen Seitenwandung wirkende Werkzeugelemente erzeugt werden.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass während des Abstreckziehens ein erstes Werkzeugelement in

Form eines Gegenhalters mit einer Gegenhalterkraft F2 auf die Unterseite des Bodens und ein zweites Werkzeugelement in Form eines Druckstempels mit einer Kraft F1 auf die Stirnseite der zylindrischen Seitenwandung wirkt.

5

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass während des Abstreckziehens der Druckstempel eine der Abstrecklänge der Vorform entsprechende axiale Hubbewegung in Richtung der Vorschubbewegung des Ziehringes vollführt.

10

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die während des Abstreckziehens erfolgende axiale Hubbewegung des Druckstempels in Abhängigkeit von dessen Kraft F2 geregelt wird.

15

18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenhalterkraft F2 des Gegenhalters und die Kraft F1 des Druckstempels zueinander regelbar sind derart, daß während des gesamten Abstreckvorganges ein Werkstofffluß in radialer Richtung zum vollständigen Ausfüllenn der Kontur des Dorns gewährleistet ist.

20

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

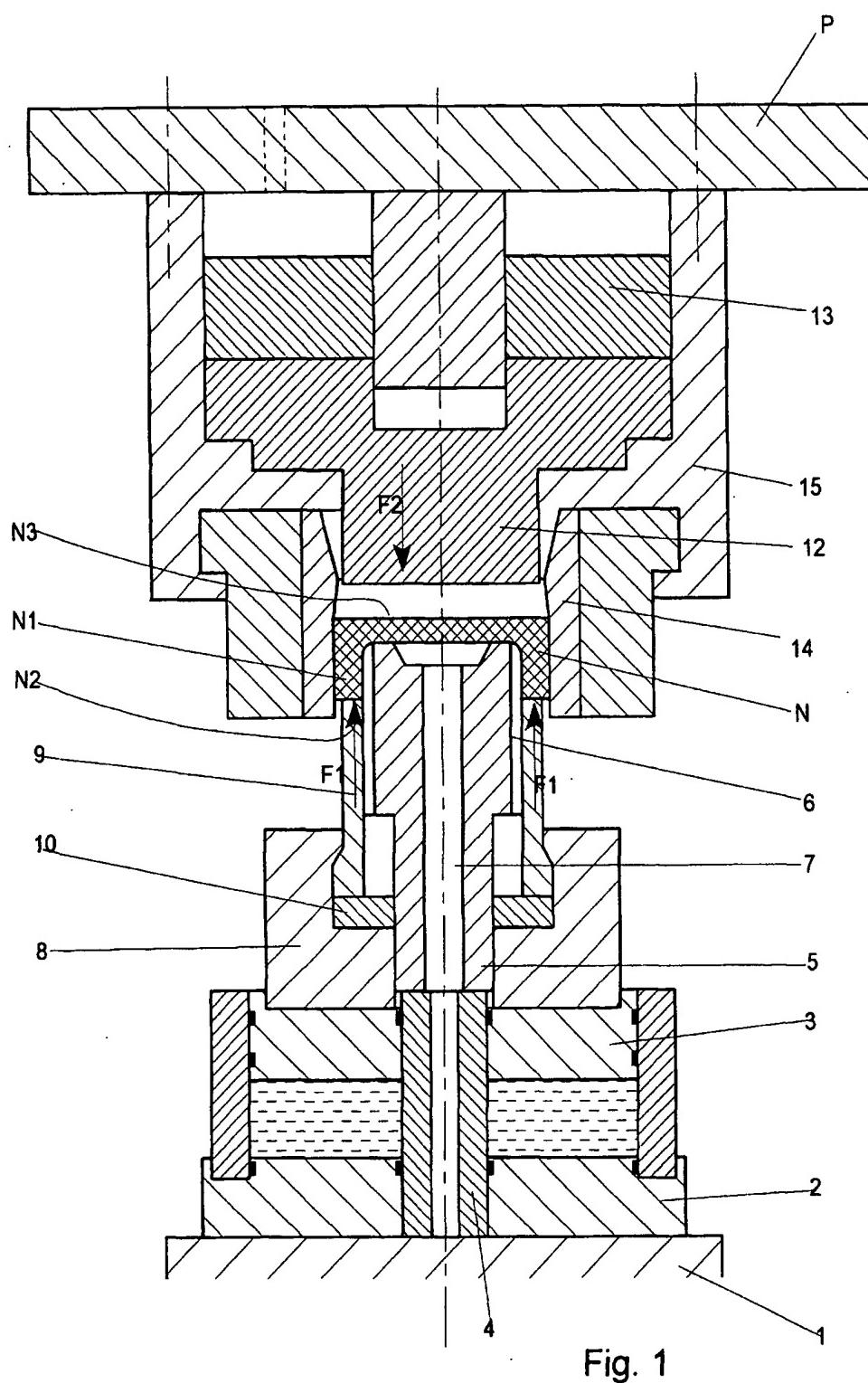


Fig. 1

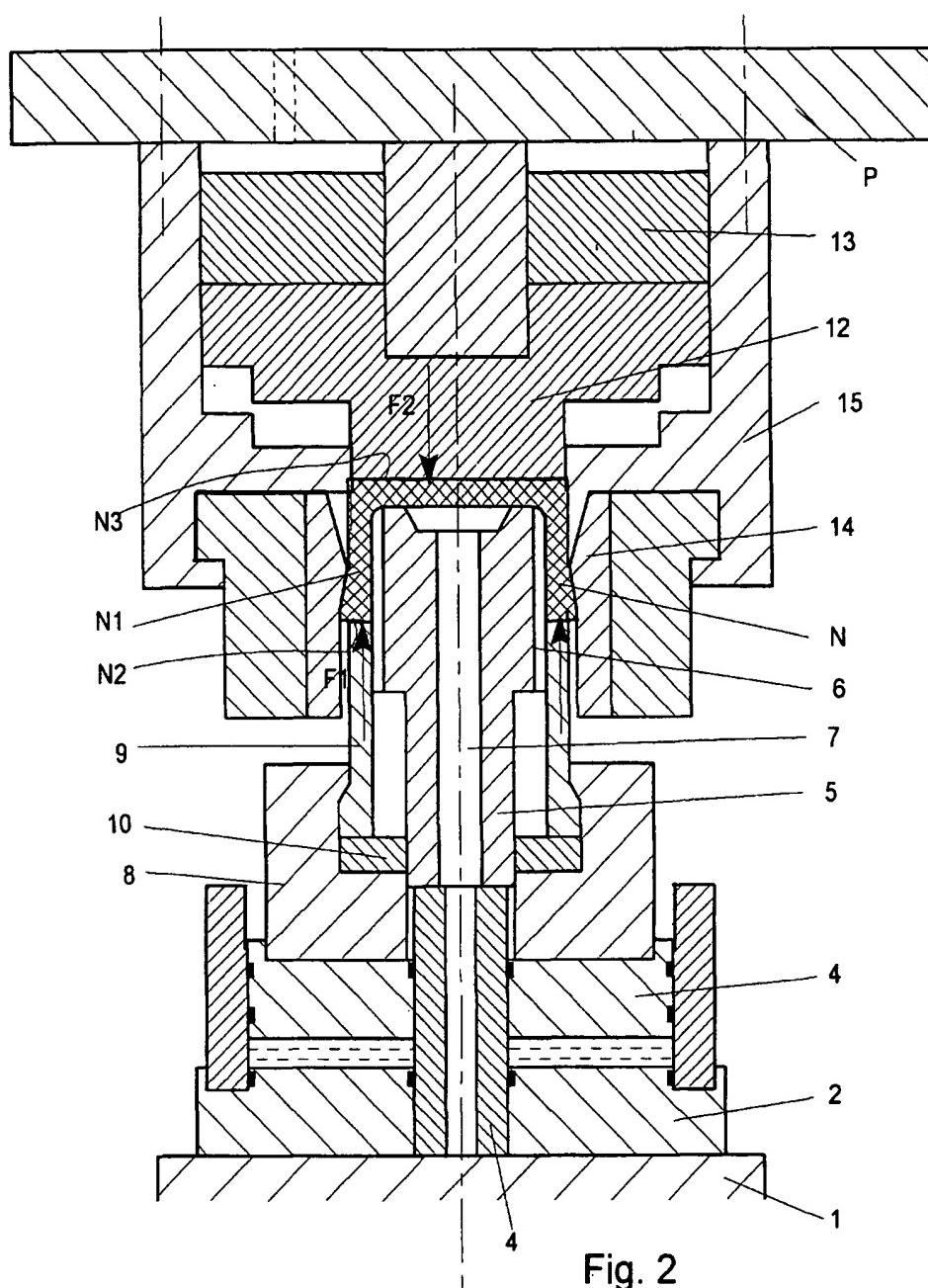


Fig. 2